

MDCT in accurate evaluation of compression ratio of pneumothorax

CHEN Ying¹, CAI Enming², SHEN Min², PAN Zilai^{1*}, ZHAO Huilin³

(1. Department of Radiology, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 201801, China; 2. Department of Radiology, Anting Hospital of Shanghai Jiading District, Shanghai 201805, China; 3. Department of Radiology, Renji Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200127, China)

[Abstract] **Objective** To explore the value of MDCT in accurate evaluation of compression ratio of pneumothorax. **Methods** MDCT data of 92 patients with pneumothorax were retrospectively analyzed. The volume of compressed and normal chest was measured with MDCT, and the compression ratio was calculated. The longitudinal diameter (H) of the chest was measured from thoracic apex to diaphragm in the coronal view of midaxillary line, and the chest width (W) and diameter (D) were measured at the level of the superior lobar bronchus. In the same way, the longitudinal diameter (h), width (w) and diameter (d) of the pneumothorax lung were obtained simultaneously, and the ratio of hwd/HWD was calculated. The linear regression equation was analyzed between the compression ratio (Y) and hwd/HWD (X) at both right and left lung, respectively. **Results** The correlation regression equation of left lung was $Y=0.951-0.864X$ ($r=-0.961$, $R^2=0.922$, $P<0.001$), of right lung was $Y=0.936-0.808X$ ($r=-0.966$, $R^2=0.932$, $P<0.001$). There was no significant difference of compression ratio obtained with correlation regression equations and MDCT (both $P>0.05$). **Conclusion** The compression ratio of pneumothorax can be accurately evaluated with measuring the diameters of compressed lung and chest in MDCT, therefore providing references for clinical treatment.

[Key words] Tomography, X-ray computed; Pneumothorax; Lung compression ratio

DOI:10.13929/j.1003-3289.201801159

MDCT 扫描精确评估气胸压缩比

陈颖¹, 蔡恩明², 申敏², 潘自来^{1*}, 赵辉林³

(1. 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科, 上海 201801; 2. 上海市嘉定区安亭医院放射科, 上海 201805; 3. 上海交通大学医学院附属仁济医院放射科, 上海 200127)

[摘要] **目的** 探讨 MDCT 精确评估气胸压缩比的价值。 **方法** 回顾性分析 92 例气胸患者的胸部 MDCT 资料, 测量气胸压缩肺容积和胸廓容积, 计算气胸压缩比; 在胸廓腋中线层面冠状面测量胸廓肺尖至膈顶的上下径(H), 于肺上叶支气管下壁层面测量胸廓的左右径(W)和前后径(D), 于相同层面测量气胸压缩肺的上下径(h)、左右径(w)和前后径(d), 计算其比值(hwd/HWD), 分别获得左右两肺气胸压缩比(Y)与 hwd/HWD(X)的线性回归方程。 **结果** 左肺的线性回归方程为 $Y=0.951-0.864X$ ($r=-0.961$, $R^2=0.922$, $P<0.001$); 右肺的线性回归方程为 $Y=0.936-0.808X$ ($r=-0.966$, $R^2=0.932$, $P<0.001$)。经上述回归方程计算的压缩比与 CT 测量压缩比差异均无统计学意义(P 均 >0.05)。

[第一作者] 陈颖(1983—), 男, 福建莆田人, 学士, 主治医师。研究方向: 肝脏疾病的影像学诊断。E-mail: yourmajesty007@126.com

[通信作者] 潘自来, 上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科, 201801。E-mail: zilaiapanlilly@163.com

[收稿日期] 2018-01-26 **[修回日期]** 2018-06-09

结论 在 MDCT 图像上对气胸压缩肺和胸廓各径线进行测量,并经过简单计算,即可精确评估气胸压缩比,为临床选择治疗方案提供参考。

[关键词] 体层摄影术, X 线计算机;气胸;肺压缩比

[中图分类号] R655.2; R814.42 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2018)09-1356-04

气胸是临床最常见的疾病之一,治疗方案主要取决于临床症状和肺的压缩程度^[1],因此准确评估气胸肺压缩程度在临床诊疗中具有重要意义^[2]。日常工作中常用的确诊和评估气胸方法为胸部平片和 CT 检查。胸片易漏诊微量气胸,评估气胸压缩比的方法也较为粗糙,常规以压缩肺边缘与横膈交界点的位置作为定量基线,在横膈外 1/3 位置时估值压缩比约为 50%;在横膈 1/2 位置时估值压缩比约为 75%。这种方法只能评估中等量和大量气胸的压缩比,且要求被压缩的肺边缘基本平行于胸廓外缘,局限性较多。CT 可准确诊断少量气胸,但关于 CT 评估气胸压缩比具体方法的研究^[3-5]较少,且大多采用特定层面上气胸后压缩肺表面与胸廓之间的距离来评估肺压缩比,其相关回归方程较复杂,不便于临床实际工作中使用。本研究结合体积计算方法,采用特定层面气胸后压缩肺的三维径线的乘积与同平面胸廓三维径线乘积的比值,与气胸压缩比建立回归方程,以便于临床参考、应用。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2016 年 1 月—2017 年 10 月我院 92 例气胸患者的资料,男 82 例,女 10 例,年龄 15~72 岁,平均(32.2±16.5)岁;其中左侧 48 例,右侧 44 例;患者均以急性胸痛、胸闷就诊,并均接受常规胸部 CT 扫描。入组标准:①无胸廓畸形;②无明显影响肺体积的病变,如肺不张、肺气肿、胸腔积液、占位性病变等;③无胸部手术史。

1.2 仪器与方法 采用 GE LightSpeed VCT 64 排螺旋 CT 机。扫描参数:管电压 120 kV,管电流 100 mAs,螺距 1.375:1,扫描层厚 5 mm,重建层厚 1.2 mm。扫描前对患者进行呼吸训练,深吸气后屏气完成扫描;扫描时嘱患者仰卧,双臂上举;扫描范围从胸廓入口至两肺下界(含肋膈角)。

1.3 测量方法 采用 GE AW 4.6 工作站,对重建的薄层图像进行 MPR 及 VR 重建。首先去除胸廓外的所有其他物质,包括衣物、肌肉、骨骼等,将其手工勾画后剪切;测量胸廓容积,再以同样方法勾画出压缩肺轮廓,测量压缩肺容积,并计算肺压缩比:肺压缩比=100%-压缩肺容积/胸廓容积×100%。于胸廓腋中

线层面冠状位图像中测量胸廓肺尖至膈顶的上下径(H),于上叶支气管下壁层面测量胸廓的左右径(W)和前后径(D),并于上述相同层面测量压缩肺的上下径(h)、左右径(w)和前后径(d),计算其比值(hwd/HWD);见图 1。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 24.0 统计分析软件,以压缩比为因变量(Y)、hwd/HWD 比值为自变量(X)绘制散点图,并获得左右侧肺的线性回归方程、相关系数(r)和决定系数(R^2)。采用配对 t 检验比较经线性回归方程计算出的压缩比与 CT 测量获得的压缩比,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本组右侧气胸 44 例,CT 测量肺压缩比为 11.40%~91.88%,平均(55.07±23.80)%;左侧气胸 48 例,CT 测量肺压缩比为 5.44%~90.80%,平均(50.60±25.47)%。左右侧肺压缩比与 hwd/HWD 比值的散点图见图 2,二者呈线性负相关,左肺的线性回归方程为 $Y = 0.951 - 0.864X$ ($r = -0.961$, $R^2 = 0.922$, $P < 0.001$);右肺的线性回归方程为 $Y = 0.936 - 0.808X$ ($r = -0.966$, $R^2 = 0.932$, $P < 0.001$)。上述回归方程计算的压缩比与 CT 测量压缩比差异均无统计学意义(P 均 > 0.05 , 表 1)。

表 1 回归方程计算肺压缩比与 CT 测量压缩比值比较(%, $\bar{x} \pm s$)

计算方法	左肺	右肺
回归方程	50.64±24.47	55.07±22.99
CT 测量	50.60±25.47	55.07±23.80
t 值	0.048	0.006
P 值	0.962	0.995

3 讨论

3.1 解剖基础 胸廓形状不规则,上尖下阔,前扁后厚,左右呈弧形;两肺毗邻纵隔和心脏,使得胸廓的左右两侧形态亦不规则,且两肺形态也不一致,因此要用具体的数学计算方法^[3]获得肺的体积相对复杂,计算量大,不符合临床实际工作需要。发生气胸时,肺呈向心性回缩,即向主支气管根部回缩,而气体的物理特性为向上移动,因此,随检查时的体位不同,胸片和胸部 CT 图像上气胸的形态不同。在胸片上,由于站立位拍

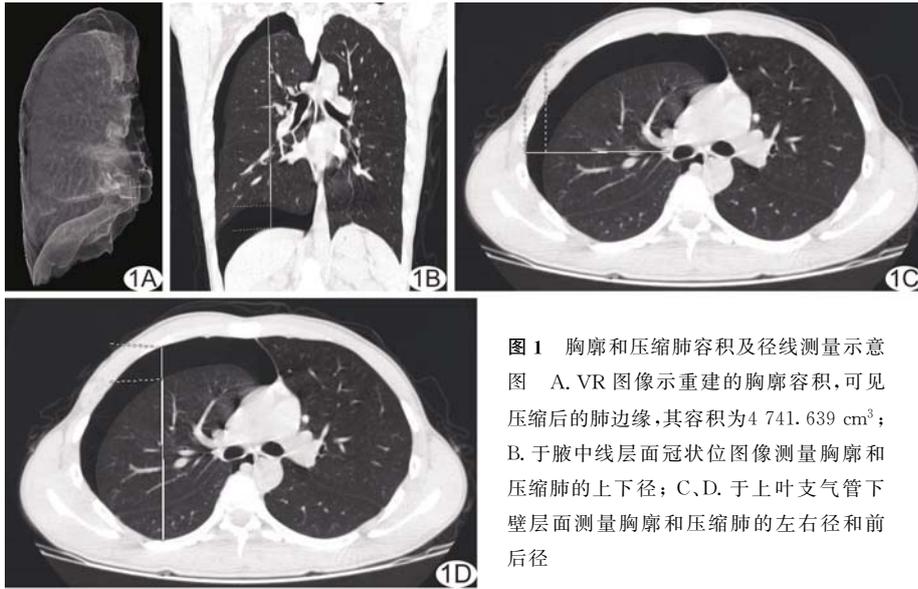


图 1 胸廓和压缩肺容积及径线测量示意图 A. VR 图像示重建的胸廓容积, 可见压缩后的肺边缘, 其容积为 4 741. 639 cm³; B. 于腋中线层面冠状位图像测量胸廓和压缩肺的上下径; C、D. 于上叶支气管下壁层面测量胸廓和压缩肺的左右径和前后径

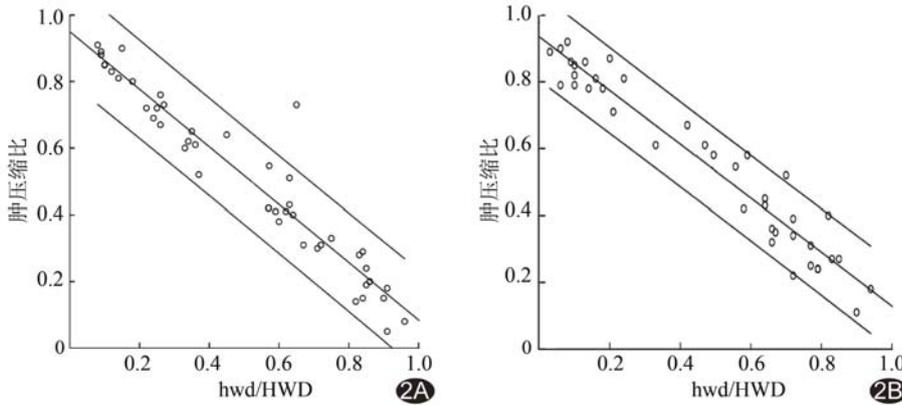


图 2 肺压缩比与 hwd/HWD 比值的散点图, 二者呈线性负相关, 大部分数据位于 95% CI 内 A. 左肺; B. 右肺 (上下斜线示 95% CI)

摄, 少量气胸时, 游离气体先聚集于胸腔上部; 随着气胸量增大, 肺的外侧缘和肺底才发生回缩。胸部 CT 检查时患者仰卧, 少量气胸时, 游离气体首先聚集于肺底的前部, 随气胸量增大, 肺的上下缘和外侧缘发生回缩, 且气体迫使压缩肺向背侧移位。

3.2 关于肺压缩体积测量方法研究现状 气胸后压缩肺在胸片和胸部 CT 图像上形态不同, 因而其计算方法也不同。魏仁国等^[4]及薛城敬^[5]介绍了多种在胸片上测量气胸的方法, 有目测法、面积法、体积法、平均胸膜间距离法、三线法等, 其中平均胸膜间距离法和三线法可靠性和可行性较高, 其余方法或可靠性较低, 或可行性较低。此外, 由于胸片仅为胸廓的二维投影, 相对于 CT 检查所提供的影像学信息有限, 测量结果欠精确。近年来, 采用 CT 对气胸的定量研究较少。杨斐

等^[6]采用 Tissue Segmentation 技术测量气胸的压缩比, 测量结果较为准确, 但该软件为 PHILIPS 工作站独有, 临床推广受限。陈永权等^[7]对肺压缩比(Y)和气管隆嵴层面肺的垂直回缩距离与胸廓的比值(X)行回归分析, 获得左肺最优回归方程 $Y=0.0758+2.8623X-2.8049X^2$ ($R^2=0.7460$); 右肺最佳方程 $Y=0.0708+2.5960X-2.1178X^2$ ($R^2=0.8575$)。该研究试验设计及统计方法严谨, 但方程复杂, 且左肺 R^2 偏低, 回归趋势不理想。梁树生等^[8]采用气胸最大宽度 A 与膈顶层面胸廓最大前后径 B 的比值(X), 行与肺压缩比(Y)的线性回归分析, 得出回归方程 $Y=0.024+1.096X$ ($r=0.90$); 此方程较简单, 但仅测量 1 个气胸的径线, 肺压缩程度较小时可较准确地反映肺压缩情况, 而当压缩程度进一步增大时, 仅凭单一径线不能灵敏、准确地反映三维肺压缩情况。邓承等^[9]在冠状面与矢状面的固定层面测量脏层与壁层胸膜间的距离之和, 并与肺压缩比行回归分析, 得到冠状面与矢状面的 2 个回归方程, 其中较高的 r 值为 0.867。笔者认为因存在个体差异, 利用压缩距离的绝对值来行回归分析, 不能全面反映肺三维形态改变。以上研究均以测量某一层面的距离或计算距离比作为自变量, 究其本质与胸片上的测量方法原理相似, 未发挥 CT 可进行三维测量的优势。

3.3 本研究的特点和不足 假设胸廓和压缩肺均为长方体, 则理论上压缩比 = (1 - 压缩肺长 × 宽 × 高 / 胸廓长 × 宽 × 高) × 100%, 且压缩比与压缩肺体积呈明显负相关。根据此理论上的计算方法, 借助统计学的工具, 本研究获得类似的相关回归方程, 且回归系数 (左侧 $r=-0.961$, 右侧 $r=-0.966$) 较高, 提示数据的回归趋势良好。左右两肺的形态不同, 发生气胸时肺的回缩程度亦不一致, 因此本研究分别计算并获得左右侧肺的不同回归方程。当气胸压缩情况符合以下

条件时,回归方程可简化计算:①当气胸的游离气体局限于肺尖和肺底时,可简化为: $Y=a+bX$,其中 $X=h/H$;②当气胸的游离气体局限于前胸壁下时,可简化为: $Y=a+bX$,其中 $X=d/D$ 。

本研究的不足之处:①测量压缩肺和胸廓容积时需人工勾画压缩肺和胸腔的轮廓,产生系统误差;②气胸量较大时,压缩肺向背侧移位,此时不能在同一层面上测量压缩肺的上下径线和胸廓的上下径线,否则亦可能产生误差。

3.4 亟待解决的问题 评估气胸的压缩比对选择治疗方案具有重要意义。由于缺乏精确的评估方法和工具,放射科医师更多依靠经验和主观目测大致估计气胸的压缩比,从而影响治疗。既往研究^[10-12]报道中有关可保守治疗的判断标准不一,范围为压缩比 15%~30%,精确标准还需进一步研究和验证。随着科技的进步,人工智能已进入临床。早在 2012 年,Do 等^[13]采用计算机辅助诊断算法自动评估气胸压缩比。相信在不久的将来,可通过人工智能一键获得准确的气胸压缩比。

总之,本研究得到的回归方程(右肺: $Y=0.936-0.808X$,左肺: $Y=0.951-0.864X$,其中 $X=hwd/HWD$)可为临床提供便捷的方法来评估气胸的压缩比,从而为进一步制定治疗方案提供参考。

[参考文献]

[1] 乔贵宾,陈刚.自发性气胸的处理:广东胸外科行业共识(2016 年

版).中国胸心血管外科临床杂志,2017,24(1):6-15.

- [2] Cai W, Lee JG, Fikry K, et al. MDCT quantification is the dominant parameter in decision-making regarding chest tube drainage for stable patients with traumatic pneumothorax. *Comput Med Imaging Graph*, 2012, 36(5):375-386.
- [3] 周志尊,崔豹,丁晶,等.活体器官不规则体积计算方法的研究.中国医学物理学杂志,2011,28(4):2754-2758.
- [4] 魏仁国,谭利华.肺压缩容积影像学测量方法.医学综述,2011,17(23):3639-3641.
- [5] 薛城敬.气胸患者肺压缩率的评估方法及应用此方法的体会.医学综述,2011,9(9):68.
- [6] 杨斐,胡海平,许小兰,等.MDCT Tissue Segmentation 技术测定气胸、液气胸中肺压缩比率方法研究.医学影像学杂志,2016,26(9):1602-1605.
- [7] 陈永权,陈莉,吕发金.游离气胸的多层螺旋 CT 定量研究.中国医学影像学杂志,2016,24(10):750-754.
- [8] 梁树生,周国永,郑华英,等.气胸肺压缩比的 CT 测量研究.临床放射学杂志,2017,36(1):60-63.
- [9] 邓承,苏云杉,向述天.气胸容积 CT 快速量化测定研究.临床放射学杂志,2017,36(8):1116-1120.
- [10] 王军岐,仝瑞锋,付小伟,等.首次发作原发自发性气胸的治疗方案探讨.中华腔镜外科杂志(电子版),2014,7(5):372-375.
- [11] 于学军.气胸的临床治疗体会.临床医药文献杂志,2016,3(30):5970.
- [12] 李永军,赵刚,彭芬加.自发性气胸初始治疗方案的选择.总装备部医学学报,2015,17(2):104-105.
- [13] Do S, Salvaggio K, Gupta S, et al. Automated quantification of pneumothorax in CT. *Comput Math Methods Med*, 2012, 2012: 736320.

使用阿拉伯数字和汉字数字的一般原则

根据 GB/T 15835《出版物上数字用法的规定》

(1)在统计图表、数学运算、公式推导中所有数字包括正负整数、小数、分数、百分数和比例等,都必须使用阿拉伯数字。

(2)在汉字中已经定型的词、词组、成语、缩略语等都必须使用汉语数字,例如:一次方程、三维超声、二尖瓣、法洛四联症、星期一、五六月、八九个月、四十七八岁等。

(3)除了上述情况以外,凡是使用阿拉伯数字而且又很得体的地方,都应该使用阿拉伯数字。遇到特殊情况时,可以灵活掌握,但应该注意使全篇同一。

(4)如果数字的量级小于 1 时,小数点前面的零(0)不能省去,如 0.32 不能写成.32。